



Aalto-yliopisto  
Perustieteiden  
korkeakoulu

# Aihoiden priorisointi ja portfolioanalyysi ennakoinnissa (valmiin työn esittely)

*Juha Kännö*

*23.01.2012*

*Ohjaajat: TkL Antti Punkka, DI Eeva Vilkkumaa*

*Valvoja: Prof. Ahti Salo*

Työn saa tallentaa ja julkistaa Aalto-yliopiston avoimilla verkkosivuilla. Muilta osin kaikki oikeudet pidätetään.

# Päätösvaihtoehtojen monikriteerinen priorisointi

- Priorisointi = päätösvaihtoehtojen asettaminen paremmuusjärjestykseen
  - Tyypillisesti priorisoidaan usean kriteerin suhteen
    - Huomioimalla useita näkökulmia saadaan todennukaisempi kuva vaihtoehdon merkityksestä
  - Usein kriteerien painotuksia ei haluta tai voida kiinnittää
  - Esimerkki: XYZ-säätiö priorisoi rahoitusta hakeneita tutkimushankkeita kolmen kriteerin suhteen
    - Yhteiskunnallinen merkitys
    - Taloudellinen tuotto
    - Omaperäisyys
-

# Päätösvaihtoehdon kuvaaminen additiivisella arvofunktiolla

- Teoriaa: Keeney ja Raiffa, 1976
- Vaihtoehdot  $x^1, \dots, x^m$
- $n$  kpl kriteerejä, joilla vaihtoehdot on arvioitu
- Vaihtoehdon  $x^j$  arvo kriteerillä  $k$  on  $v_k(x^j) \in [0,1]$
- Kriteerien painot  $w = (w_1, \dots, w_n)$
- Vaihtoehdon  $x^j$  kokonaisarvo painoilla  $w$

$$V(x^j, w) = \sum_{k=1}^n w_k v_k(x^j)$$

# Epätäydellinen preferenssi-informaatio

- Päätöksentekijän/-tekijöiden preferensseistä ei voida johtaa yksikäsitteisiä painoja kriteereille
  - Eriävät näkemykset kriteerien keskinäisestä tärkeydestä
  - Puutteelliset tiedot preferensseistä
- Esimerkiksi tunnetaan varmasti vain kriteerien tärkeysjärjestys

$$w_{\text{merkitys}} \geq w_{\text{tuotto}} \geq w_{\text{omaperäisyys}} \geq 0$$

- Vertaa herkkyysanalyysiin
- Preferensseistä johdetaan käypien painojen joukko, esim.  $S_w = \{w \in \mathbb{R}^3 \mid w_3 \geq w_1 \geq w_2 \geq 0; \sum w = 1\}$

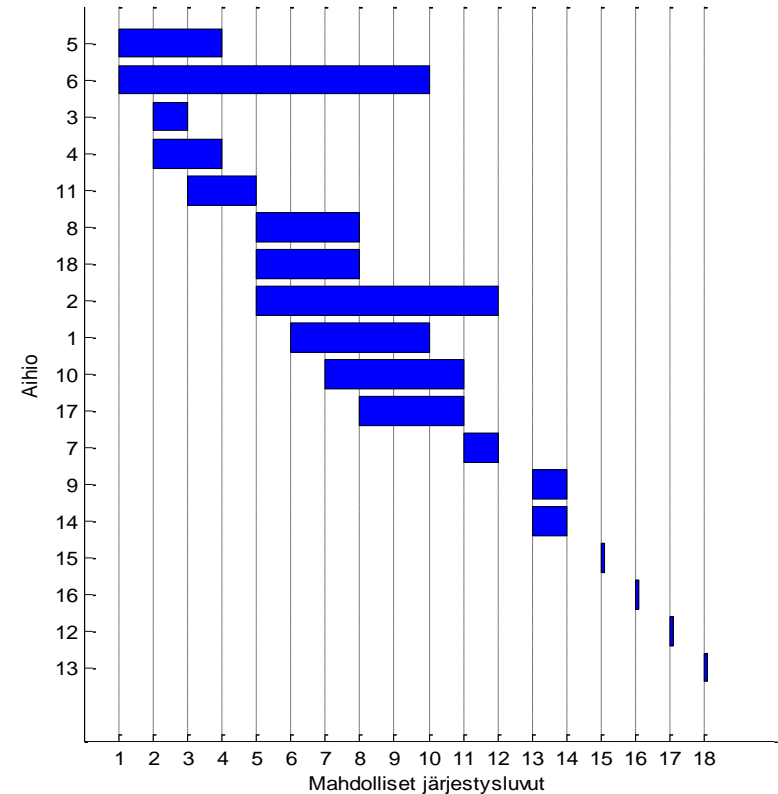
# Työn tavoitteet

- Vertaillaan kahta priorisointimenetelmää
  1. Yksittäisten vaihtoehtojen vertailu dominanssien ja mahdollisten järjestyslukujen avulla
  2. Robusti portfoliomallinnus (RPM)
- Tutkimuskysymykset
  - Kuinka menetelmät soveltuvat tehtävään?
  - Kuinka ymmärrettäviä tulokset ovat?
- Tutkimusmenetelmä ja –aineisto
  - Tehtiin kirjallisuuskatsaus menetelmien teoreettiseen taustaan
  - Laadittiin sovellus dominanssien ja mahdollisten järjestyslukujen laskemiseen ja visualisointiin (MATLAB)
  - Vertailussa käytettiin erään ennakointihankkeen aineistoa



# Mahdolliset järjestysluvut

- Paras ja huonoin mahdollinen sijoitus, kun vaihtoehdot järjestetään kokonaisarvon mukaan (Punkka ja Salo, 2011)
  - Best rank  $r^-(x^k)$
  - Worst rank  $r^+(x^k)$
- Kokonaisarvon vaihteluväli riippuu kriteeripainojen rajoituksista
- Mahdollisten järjestyslukujen laskeminen on muodoltaan MILP-tehtävä (Mixed Integer Linear Problem)



# Robust Portfolio Modeling (RPM)

- Epätäydellisen informaation salliva menetelmä projektiportfolioiden valintaan (Liesiö et al., 2008)
- Tukee resurssirajoitteita ja projektien keskinäisiä riippuvuuksia kuvaavia rajoituksia
  - Esim. synergiaedut tai toisensa poissulkevat vaihtoehdot
- Kun kriteeripainot eivät ole tarkasti tunnettuja, RPM-menetelmän tuloksena saadaan joukko *ei-dominoituja* portfolioita
  - Yksikään portfolio ei ole kaikilla sallituilla painoilla parempi kuin ei-dominoitu portfolio



# Portfolion valintatehtävä

- Portfolio on vaihtoehtojen osajoukko  $p \subseteq X$
- Portfolion kokonaisarvo on siihen kuuluvien vaihtoehtojen arvojen summa

$$V(p, w) = \sum_{j=1}^m z_j(p) V(x^j, w), \quad z_j(p) = \begin{cases} 1, & \text{jos } x^j \in p \\ 0, & \text{jos } x^j \notin p \end{cases}$$

- Tarkasti tunnetuilla painoilla  $w$  kannattaa valita portfolio

$$\max_{z(p)} V(p, w) = \max_{z(p)} \sum_{j=1}^m z_j(p) V(x^j, w)$$

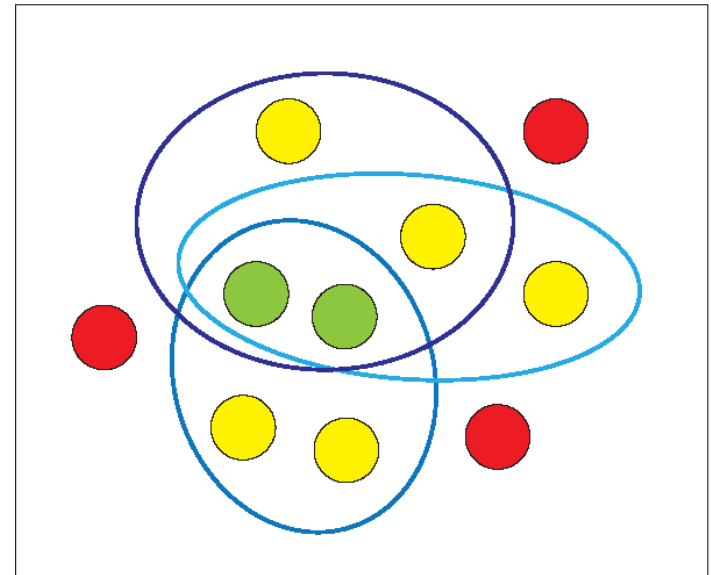
s. e.

$Az(p) \leq b$  ← Portfolioiden rajoitusehdot (esim. budjetti, riippuvuudet)

$$z_j(p) \in \{0, 1\}$$

# Portfolioiden valinta epätäydellisellä preferenssi-informaatiolla

- Yksittäisiä vaihtoehtoja priorisoidaan sen perusteella, kuinka suureen osaan ei-dominoiduista portfolioista ne kuuluvat
- $y_{\text{dinluku}}(x)$  = ”osuus ei-dominoiduista portfolioista, joihin vaihtoehto  $x$  kuuluu”
- **Ydintapaus** (ydinluku = 1)
- **Rajatapaus** ( $0 < \text{ydinluku} < 1$ )
- **Ulkotapaus** (ydinluku = 0)



# Vertailussa käytettiin aineistoa ennakoitihankkeesta

- Lähteenä metsäteollisuuden tutkimuksen painopisteiden arviointihanke (Könnölä et al., 2011)
- Kolme aihealuetta, joissa 18, 14 ja 27 vaihtoehtoa
- Tunnetaan arviointikriteerien tärkeysjärjestys
  1. Merkitys
  2. Toteutettavuus
  3. Uutisarvo
- RPM-menetelmässä ainoa rajoitusehto oli portfolioon valittavien vaihtoehtojen lukumäärä
  - 6, 5 ja 9 vaihtoehtoa aihealueissa 1, 2 ja 3

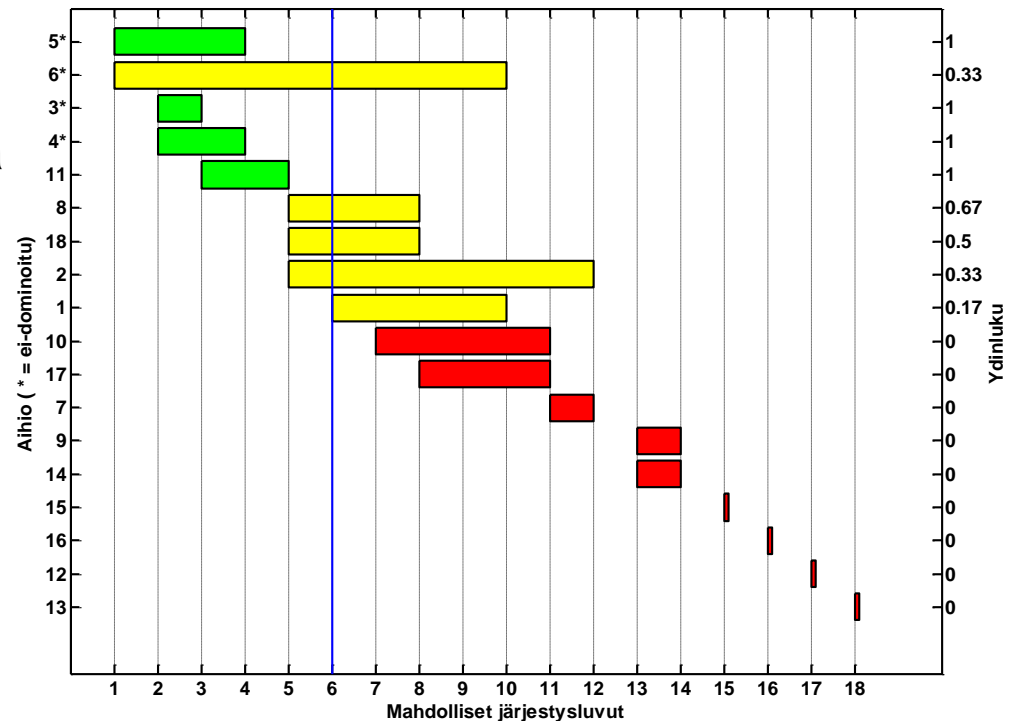
$$S_w = \{w \in \mathbb{R}^3 \mid w_1 \geq w_2 \geq w_3 \geq 0; \sum w = 1\}$$

# Mahdollisten järjestyslukujen ja ydinlukujen vertailu

Havainnot tuloksista

- Ei-dominoiduilla vaihtoehdoilla  $r^-(x^k)$  on suurempi kuin dominoiduilla
- Portfolion koko RPM:ssä  $K = 6$
- Ydintapauksilla  $r^+(x^k) \leq K$
- Ulkotapauksilla  $r^-(x^k) > K$
- Rajatapauksilla  $r^-(x^k) \leq K < r^+(x^k)$
- Pätee否 yleisesti?

Aihealue 1



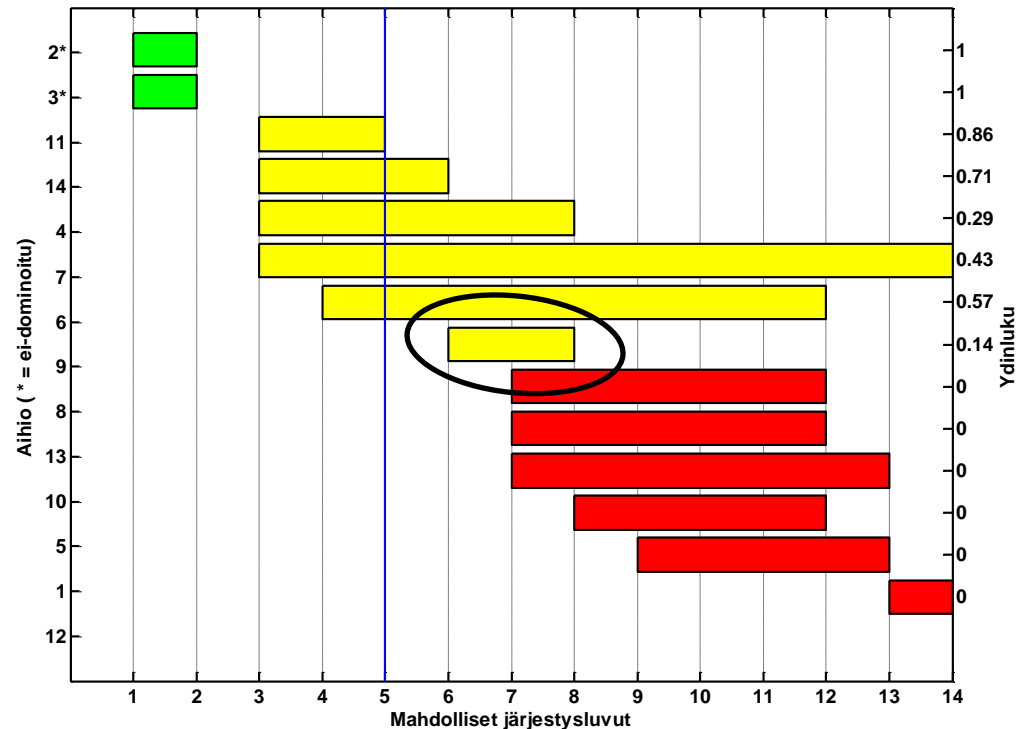
Paras mahdollinen järjestysluku  $r^-(x^k)$ , huonoin  $r^+(x^k)$

# Mahdollisten järjestyslukujen ja ydinlukujen vertailu

Esimerkki toisesta aineistosta

- Järjestysluvut eivät yleisesti vastaa ydinlukuja
- Portfolion koko RPM:ssä  $K = 5$
- Vaikka  $x^9$  on rajatapaus, sen paras mahdollinen järjestysluku  $r^-(x^9) = 6 > 5$
- Tulokset eroavat, koska RPM-menetelmä määrittää portfoliot hieman eri periaatteella kuin mahdolliset järjestysluvut

Aihealue 2



Paras mahdollinen järjestysluku  $r^-(x^k)$ , huonoin  $r^+(x^k)$

# Johtopäätökset

- Priorisointi mahdollisilla järjestyslukuilla vastaa likimäärin RPM-menetelmää, kun valittavien vaihtoehtojen lukumäärä on RPM:n ainoa rajoitusehto
  - Teoriasta johtuva ero portfolioiden määräytymisessä
- Mahdollisten järjestyslukujen käyttö on perusteltua, kun yksittäisiä vaihtoehtoja halutaan asettaa tärkeysjärjestykseen
  - Valittavien vaihtoehtojen lukumäärää ei tarvitse kiinnittää etukäteen
  - Parempi mahdollisuus vaihtoehtojen keskinäiseen vertailuun
- RPM soveltuu tehtäviin, joissa täytyy huomioida aitoja resurssi- tai riippuvuusrajoituksia

# Viitteet

- Keeney, R., Raiffa, H. (1976). *Decisions with multiple objectives: Preferences and value tradeoffs*. Wiley, New York.
- Könnölä, T., Salo, A., Brummer, V. (2011). *Foresight for European coordination: Developing national priorities for the forest-based sector technology platform*. *International Journal of Technology Management* **54**(4), 438–459.
- Liesiö, J., Mild, P., Salo, A. (2008). *Robust portfolio modeling with incomplete cost information and project interdependencies*. *European Journal of Operational Research* **190**(3), 679–695.
- Punkka, A., Salo, A. (2011). *Ranking intervals in additive value models with incomplete preference information*. Käsikirjoitus.